

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 10 月 16 日 (16.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/086032 A1(51) 国際特許分類: H05H 1/46, H01L
21/3065, 21/205, C23C 14/22, 16/511

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04481

(22) 国際出願日: 2003 年 4 月 9 日 (09.04.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-106710 2002 年 4 月 9 日 (09.04.2002) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エヌ・
ティ・ティ・アフティ株式会社 (NTT AFTY COR-
PORATION) [JP/JP]; 〒181-0013 東京都 三鷹市 下連
雀 4-1 6-30 Tokyo (JP).

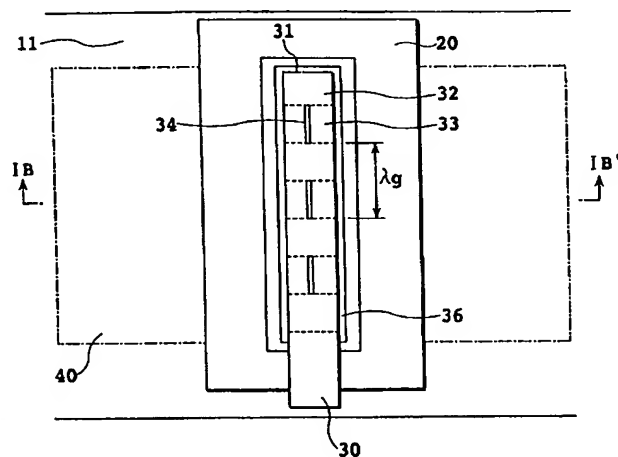
(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松尾 誠
太郎 (MATSUO, Seitaro) [JP/JP]; 〒181-0013 東京
都 三鷹市 下連雀 4-1 6-30 エヌ・ティ・
ティ・アフティ株式会社内 Tokyo (JP). 野崎 俊
行 (NOZAKI, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒181-0013 東京
都 三鷹市 下連雀 4-1 6-30 エヌ・ティ・
ティ・アフティ株式会社内 Tokyo (JP). 田中 富三男

[続葉有]

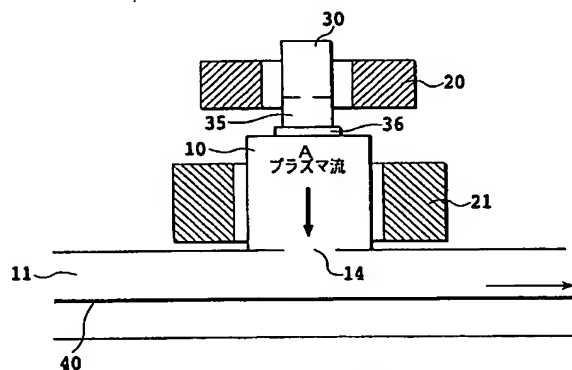
(54) Title: ECR PLASMA SOURCE AND ECR PLASMA DEVICE

(54) 発明の名称: ECR プラズマ源および ECR プラズマ装置



(57) Abstract: An ECR plasma source comprising a plasma generating chamber (10) having an almost rectangular section in a plane vertical to a plasma stream, magnetic coils (20, 21) wound in an almost rectangular form in a plane vertical to a plasma stream, and a waveguide (30) of a direct introduction type or multipoint connection introduction type terminating at an end or a microwave cavity resonator, wherein microwave is transmitted into the plasma generating chamber (10) from a plurality of openings (34) provided in the waveguide (30) or in the side surface corresponding to a microwave in-phase unit in the microwave cavity resonator. An ECR plasma device provided with the above ECR plasma source and a sample moving mechanism for moving a large sample.

(57) 要約: 本発明の ECR プラズマ源は、プラズマ流に垂直な面内で略矩形断面を有するプラズマ生成室 (10) と、プラズマ流に垂直な面内で略矩形形状に巻回された磁気コイル (20、21) と、端部が終端された直接導入方式または分岐結合導入方式の導波管 (30) またはマイクロ波空洞共振器とで構成され、この導波管 (30) またはマイクロ波空洞共振器内部のマイクロ波同相部に相当する側面に設けられた複数の開口部 (34) から、プラズマ生成室 (10) 内へマイクロ波を伝送する。また、ECR プラズマ装置に、上述の ECR プラズマ源を備え、さらに、大型試料を移動させるための試料移動機構を備える。



B

A...PLASMA STREAM



(TANAKA, Fumio) [JP/JP]; 〒181-0013 東京都三鷹市下連雀4-16-30 エヌ・ティ・ティ・アフティ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 谷 義一 (TANI, Yoshikazu); 〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目6-20 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

ECRプラズマ源およびECRプラズマ装置

5 技術分野

本発明は、ECRプラズマ源およびECRプラズマ装置に関し、より詳細には、略矩形断面において一様なプラズマ密度を発生させ得るECRプラズマ源およびそれを用いたECRプラズマ装置に関する。

10 背景技術

ECR (Electron Cyclotron Resonance) プラズマ源は、プラズマ生成室中に高密度のプラズマを均一に発生させることができるため、半導体レーザ、SAW (Surface Acoustic Wave) デバイス、LSIなどに対するスパッタリング装置やエッチング装置のプラズマ源として用いられている。

ECRプラズマ源は、プラズマ生成室と、磁気コイルと、マイクロ波導入部とから構成されているが、従来のECRスパッタリング装置やエッチング装置では、主として静置させたウェハー状の円形試料を処理対象としていたため、これらの装置に備えられるECRプラズマ源は、プラズマ流に垂直な面内の断面形状が円形のプラズマ生成室と、プラズマ流に垂直な面内の断面形状が円形の巻き線せられた磁気コイルと、マイクロ波をマイクロ波導波管から直接あるいは分岐結合方式により導入する構造のマイクロ波導入部とから構成されていた（例えば、日本国特許第1553959号明細書、あるいは、天沢ら“ECRプラズマを用いた高品質薄膜形成”，精密工学会誌Vol. 66, No. 4, 511 (2001) 参照）。

25 特に、スパッタリング装置の場合は、ターゲット粒子がマイクロ波導入窓（通常は石英板が用いられる）を汚染するのを防ぐために、分岐結合方式がよく利用され

る。

図5 Aおよび図5 Bは、円形断面を有する従来のECRプラズマ源を備えるエッチング装置の構成例を説明するための図で、図5 Aは上面図、図5 Bは図5 AのV B-V B'における断面図である。

5 図5 Aおよび図5 Bで示した構成の従来のECRプラズマ源を備えるエッチング装置では、プラズマ生成室70内で生成されたプラズマが、プラズマ引出し開口14を経由して試料室11内に配置された試料100に照射される。この場合、プラズマ生成室70内で生成されたプラズマは、図5 Bに示すように、プラズマ生成室70から試料100へと向かう下向きのプラズマ流を生じる。

10 プラズマ生成室70は、処理する試料100の形状を考慮して、このプラズマ流に垂直な面内の断面形状が円形となる形状とされている。また、磁気コイル80、81は、プラズマ流に垂直な面内で円形に巻き線せられており、プラズマ生成室70内の所定の位置にECR条件となる磁場を生成するように設計されている。プラズマ生成室70内には、マイクロ波導波管90からマイクロ波導入窓91（通常は
15 石英窓が利用される）を経由してマイクロ波が導入され、マイクロ波の振動電界により磁場中の電子を効率的に加速することとされている。

近年開発が進んでいる液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機EL (Electro Luminescence)ディスプレイなどの、いわゆるFPD (Flat Panel Display) 装置では、例えば50cm×60cm
20 程度の大型の試料に対して、スパッタリングやエッチングを施すことが要求されている。

しかしながら、このような処理を、プラズマ生成室がプラズマ流に垂直な面内で円形断面を有する従来のECRプラズマ源で対応するためには、その直径を拡大する必要が生じ、その場合、(1) プラズマ生成室や磁気コイルが大型化してECR
25 プラズマ源が非常に高価なものになってしまうこと、および、(2) 円形断面を有するECRプラズマ源では、略矩形の大型FPD試料の均一なスパッタリングやエ

ッチングが困難であること、などの問題があった。

発明の開示

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、
5 略矩形断面において一様なプラズマ密度を生じさせることが可能なECRプラズマ源およびそれを用いたECRプラズマ装置を提供することにある。

本発明は、このような目的を達成するために、第1の発明は、ECRプラズマ源であって、マイクロ波による電子サイクロトロン共鳴（ECR）を用いてプラズマを生成し開口部からプラズマ流を取り出すためのプラズマ生成室と、当該プラズマ生成室内に静磁界を発生せしめるための磁気コイルを巻回された少なくとも1つの磁界発生手段と、マイクロ波発信手段から伝送されたマイクロ波を前記プラズマ生成室内に導入するためのマイクロ波導入手段とを備え、前記プラズマ生成室および当該プラズマ生成室の開口部は、前記プラズマ生成室内で生成するプラズマ流の方向に垂直な断面形状が略矩形を有し、前記磁界発生手段の磁気コイルは、前記プラズマ流の方向に垂直な面内で略矩形形状に巻回されており、前記マイクロ波導入手段は、当該マイクロ波導入手段の内部にマイクロ波の定在波を形成する中空の導波管を構成するように端部が終端され、当該導波管の内部には、少なくとも1つの開口部を有する複数の開口領域がマイクロ波の定在波の管内波長 λ_g に相当する間隔で設けられ、当該開口部を介して同相のマイクロ波を前記プラズマ生成室内へ
15 導入させるようにしたことを特徴とする。

また、第2の発明は、ECRプラズマ源であって、マイクロ波による電子サイクロトロン共鳴（ECR）を用いてプラズマを生成し開口部からプラズマ流を取り出すためのプラズマ生成室と、当該プラズマ生成室内に静磁界を発生せしめるための磁気コイルを巻回された少なくとも1つの磁界発生手段と、マイクロ波発信手段から伝送されたマイクロ波を前記プラズマ生成室内に導入するためのマイクロ波導入手段とを備え、前記プラズマ生成室および当該プラズマ
25

マ生成室の開口部は、前記プラズマ生成室内で生成するプラズマ流の方向に垂直な断面形状が略矩形を有し、前記磁界発生手段の磁気コイルは、前記プラズマ流の方向に垂直な面内で略矩形形状に巻回されており、前記マイクロ波導入手段は、開口部を有しない終端部と、当該終端部から $n \cdot (\lambda g / 2)$ (n : 3以上の整数) の距離に設けられた第1の開口部を有する端部との間でマイクロ波空洞共振器を構成
5 しており、当該マイクロ波空洞共振器の内部には、少なくとも1つの第2の開口部を有する複数の開口領域がマイクロ波の定在波の管内波長 λg に相当する間隔で設けられ、当該第2の開口部を介して同相のマイクロ波を前記プラズマ室内へ導入させるようにしたことを特徴とする。

10 また、第3の発明は、上述の本発明のECRプラズマ源において、前記マイクロ波導入手段は、前記マイクロ波発信手段から伝送されたマイクロ波を分岐結合するためのマイクロ波分岐手段を備えていることを特徴とする。

さらに、本発明のECRプラズマ装置は、上述の本発明のECRプラズマ源を備えていることを特徴とする。なお、このようなECRプラズマ装置において、さら
15 に試料移動手段を備えるようにし、当該試料移動手段により試料を移動させながら当該試料表面の略矩形領域にプラズマ照射するようにすることも可能である。

図面の簡単な説明

図1Aおよび図1Bは、本発明の第1の実施形態にかかるECRプラズマ源、お
20 よびこのECRプラズマ源を備えるECRプラズマ装置(エッチング装置あるいはCVD装置)の構成を説明するための図で、図1Aは装置の上面図であり、図1Bは図1A中のI B-I B'における断面図、

図2Aおよび図2Bは、本発明の第1の実施形態にかかるECRプラズマ源、お
よびこのECRプラズマ源を備えるECRプラズマ装置(エッチング装置あるいは
25 CVD装置)の他の構成例を説明するための図で、図2Aは装置の上面図であり、図2Bは図2A中のI I B-I I B'における断面図、

図 3 A および図 3 B は、本発明の第 2 の実施形態にかかる E C R プラズマ源、およびこの E C R プラズマ源を備えるスパッタリング装置の構成を説明するための図で、図 3 A はスパッタリング装置の上面図であり、図 3 B は図 3 A 中の I I I B - I I I B ' における断面図、

5 図 4 は、本発明の E C R プラズマ源の第 4 の構成例を説明するための上面図、

図 5 A および図 5 B は、円形断面を有する従来の E C R プラズマ源を備えるエッチング装置の構成を説明するための図で、図 5 A は上面図、図 5 B は図 5 A の V B - V B ' における断面図である。

10 発明を実施するための最良の形態

以下に、図面を参照して、本発明の E C R プラズマ源および E C R プラズマ装置について詳細に説明する。

[第 1 の実施の形態]

図 1 A および図 1 B は、本発明の第 1 の実施形態にかかる E C R プラズマ源、およびこの E C R プラズマ源を備える E C R プラズマ装置（エッチング装置あるいは CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置）の構成を説明するための図で、図 1 A は装置の上面図であり、図 1 B は図 1 A 中の I B - I B ' における断面図である。

E C R プラズマ源は、プラズマ生成室 1 0 と、磁気発生装置の磁気コイル 2 0、
20 2 1 と、マイクロ波導入部 3 0 とから構成されており、プラズマ生成室 1 0 で生成されたプラズマは、プラズマ生成室 1 0 内で加速され、プラズマ引出し開口 1 4 を経由して試料室 1 1 へと向かうプラズマ流が生じ、試料室 1 1 内に配置されている試料 4 0 へと照射される。本実施形態では、F P D などの大型試料全面の処理を可能とするために、図示していない試料移動機構を備え、試料 4 0 は、この試料移動
25 機構により試料室 1 1 内を所定の速度で矢印方向に移動しながら処理されることで試料全面の処理が行われる。

プラズマ生成室 10 は、E C R を用いてプラズマを生成しその開口部であるプラズマ引出し開口 14 からプラズマ流を取り出すためのもので、プラズマ生成室 10 とプラズマ引出し開口 14 は、共に、プラズマ生成室 10 内で生成するプラズマ流の方向に垂直な断面形状が略矩形を有し、これにより、試料 40 上に略矩形のプラズマ流照射領域を形成することを可能としている。

なお、本明細書全体を通じて用いられる「略矩形」という形状は、本来の矩形の他、矩形に類似する形状を広く意味するものであり、例えば、その 4 つの角が適度な丸みを帯びている形状等であってもよい。また、この形状の輪郭を構成する長辺と短辺の長さの比についても特に制限はなく、さらに、4 辺の長さを等しくした形状をも含み得るものである。この形状をいかなるものとするかは、本発明の E C R プラズマ装置により処理される試料の大きさや処理内容等から定められる装置の仕様によって適宜設定可能であることは言うまでもない。

プラズマ生成室 10 内に静磁界を発生せしめるための磁界発生装置の磁気コイル 20、21 は、プラズマ流の方向に垂直な面内で略矩形に巻き線せられており、プラズマ生成室 10 内の所定の位置に E C R 条件となる磁場を生成する。

プラズマ生成室 10 内には、マイクロ波導入部 30 から、石英などの材料からなるマイクロ波導入窓 36 を経由してマイクロ波が導入され、これにより、マイクロ波の振動電界により磁場中の電子を効率的に加速することとされている。なお、このマイクロ波導入部 30 へは、図示していないマイクロ波源（マグネトロン管等を利用）で発生させたマイクロ波が、アイソレータや整合器等を介して伝送されている。

マイクロ波導入部 30 は、その内部にマイクロ波の定在波を形成する中空の導波管を構成しており、その端面を終端部 31 とする導波管の内部には、この導波管の伸長方向に、マイクロ波の定在波の管内波長 λ_g に相当する間隔で複数の開口部 34（この図ではスリット状）が直列に設けられ、この伝送部 35 から、プラズマ生成室 10 内へと位相の揃った（同相の）マイクロ波を伝送する構造となっている。

すなわち、このマイクロ波導入部 30 の導波管には、終端部 31 から順に、側面に開口部 34 の無い長さ $\lambda g/2$ の共振ユニット 32、側面に開口部 34 の有る長さ $\lambda g/2$ の共振ユニット 33、が交互に配置されており、側面に開口部 34 の有る長さ $\lambda g/2$ の共振ユニット 33 内に形成されている定在波は互いに位相が揃うこととなるため、この同相のマイクロ波のみが、開口部 34、マイクロ波伝送部 35、マイクロ波導入窓 36 を経由してプラズマ生成室 10 内に導入され、略矩形のプラズマ生成室 10 内の所定の位置に、一様なプラズマ密度をもつ ECR プラズマを生成することができる。

ここで示した構成例では、マイクロ波導入部 30 の定在波を形成する導波管の全長は λg の 3.5 倍となっているが、処理する試料の大きさに応じて、導波管の全長を自由に設定可能であることは言うまでもない。また、磁気コイル 20、21 は、プラズマ生成室 10 の所定の位置に ECR 条件となる磁場を形成させるために、巻き数、電流値、を設計すればよく、単数または複数の磁気コイルを用いることができるのは言うまでもない。

図 1 A および図 1 B で示した構成の ECR プラズマ装置を、エッチング装置として実施する場合では、図示していないガス導入口から SF_6 、 CF_4 などのエッチングガスをプラズマ生成室 10 に導入することにより、Si などの試料のエッチングを容易に行うことができる。また、大型試料を所定の速度で移動させながらエッチングを行なうことにより、大面積の試料全面を均一にエッチング処理することが可能となる。

また、図 1 A および図 1 B で示した構成の ECR プラズマ装置を、CVD 装置として実施する場合では、図示していないガス導入口から、例えば SiH_4 、 O_2 、 N_2 などのガスをプラズマ生成室 10 に導入することにより、 SiO_2 (酸化珪素)、 Si_3N_4 (窒化珪素)、 SiO_xN_y (酸窒化珪素) などの成膜を均一に行なうことが可能となる。

なお、図 1 A および図 1 B で示した ECR プラズマ源のマイクロ波導入部 30 は、

端部が終端されその内部にマイクロ波の定在波を形成する中空の導波管で構成することとしているが、マイクロ波導入部 30 の構成はこれに限定されるものではなく、例えば、マイクロ波空洞共振器を構成すること等としてもよい。

また、開口部 34 の形状もスリット状である必要はなく、同相のマイクロ波をプラズマ生成室 10 内へ導入し得る形状であれば良く適宜設計が可能である。

さらに、開口部 34 をマイクロ波の定在波の管内波長 λ_g 毎に設ける配置方法の他、適当な形状の開口部を複数有する開口領域を、マイクロ波の定在波の管内波長 λ_g に相当する間隔毎に設けることとしても良い。

図 2 A および図 2 B は、このような構成の ECR プラズマ源を備える ECR プラズマ装置（エッチング装置あるいは CVD 装置）の構成を説明するための図で、図 2 A は装置の上面図であり、図 2 B は図 2 A 中の I I B - I I B' における断面図である。基本構成は図 1 A および図 1 B で示した ECR プラズマ装置と同様であるが、ECR プラズマ源のマイクロ波導入部 30 をマイクロ波空洞共振器としている。

これらの図に示したマイクロ波導入部 30 は、一方の端面を金属板等で終端した終端部 31 とし、この終端部 31 から $n \cdot (\lambda_g / 2)$ (n : 3 以上の整数) の距離に設けられた他方の端部には金属板スリット等を挿入等することで空洞共振器の開口部 38 が設けられており、これら終端部 31 と空洞共振器の開口部 38 が設けられた端部との間に、マイクロ波導入部 30 の伸長方向に、終端部 31 から $\lambda_g / 2$ の長さ毎に直列に接続された複数の共振ユニット 32、33（すなわち、側面に開口部 34 の無い共振ユニット 32 と側面に開口部 33 の有る共振ユニット 33）を交互に設けることでマイクロ波空洞共振器が構成されている。

図 2 A において、共振ユニット 32 と共振ユニット 33 との境界を示す点線部には、サセプタンスを調整するための窓を設ける場合と、特に窓を設けない場合とがあり、その構造は、ECR プラズマ源あるいは ECR プラズマ装置としての仕様に
25 応じて適宜設計すれば良い。なお、図 2 B には、開口部 38 を点線で示した。

そして、このマイクロ波空洞共振器の同相部の側面（図 2 B では下面）に設けら

れた複数の開口部 34 から、プラズマ生成室 10 内へとマイクロ波を伝送する構造となっている。なお、図 2 A および図 2 B で示した構成例では、空洞共振器の全長は λg の 3.5 倍となっている。

この空洞共振器では、側面に開口部 34 のある共振ユニット 33 が 3 つ設けられているが、これらの内部のマイクロ波は同相の定在波となるから、側面の開口部 34 からは同相のマイクロ波がマイクロ波伝送部 35、マイクロ波導入窓 36 を経由してプラズマ生成室 10 に導入される。このような構成により、略矩形のプラズマ生成室 10 内の所定の位置に、一様なプラズマ密度をもつ ECR プラズマを生成することができる。

10 [第 2 の実施の形態]

図 3 A および図 3 B は、本発明の第 2 の実施形態にかかる ECR プラズマ源、およびこの ECR プラズマ源を備えるスパッタリング装置の構成を説明するための図で、図 3 A はスパッタリング装置の上面図であり、図 3 B は図 3 A 中の I I I B - I I I B ' における断面図である。

15 この ECR プラズマ源の基本構造は図 2 A および図 2 B で示したものと同様であり、プラズマ生成室 10 と、磁気コイル 20、21 と、マイクロ波導入部 30 とから構成されるが、マイクロ波導入部 30 にはマイクロ波発信装置から伝送されたマイクロ波を分岐結合するためのマイクロ波分岐部 37 が備えられている。

20 プラズマ生成室 10 で生成されたプラズマは、磁力線に沿って加速されプラズマ引出し開口 14 を経由して試料室 11 へと向かうプラズマ流となる。プラズマ流の周囲に配置したターゲット 50 に DC または RF 電力を印加することで、ターゲット 50 を構成する金属あるいは半導体などの元素がスパッタされ、試料室 11 内に配置されている試料 40 に堆積する。

25 本実施形態では、FPD などの大型試料全面の処理を可能とするために、図示していない試料移動機構を備え、試料 40 は、この試料移動機構により試料室 11 内を所定の速度で矢印方向に移動しながらスパッタリング処理されることで試料全

面に堆積が行われる。

プラズマ生成室 10 は、プラズマ流に垂直な面内での断面形状が略矩形となるように設計されており、これにより、試料 40 上に略矩形のプラズマ流照射領域を形成することを可能としている。また、磁気コイル 20、21 は、プラズマ流に垂直な面内で略矩形に巻き線せられており、プラズマ生成室 10 内の所定の位置に ECR 条件となる磁場を生成する。

プラズマ生成室 10 内には、分岐結合方式を用いたマイクロ波導入部 30 から、石英などの材料からなるマイクロ波導入窓 36 を経由してマイクロ波が導入され、これにより、マイクロ波の振動電界により磁場中の電子を効率的に加速することとされている。

図 3 A および図 3 B で示した構成例では、図示していないマイクロ波源（マグネトロン管等を利用）で発生させたマイクロ波がアイソレータや整合器等を介してマイクロ波分岐部 37 に伝送され、マイクロ波は、マイクロ波分岐部 37 により左右 2 方向に分岐されて各々の側に配置された空洞共振器へと導入される。

各空洞共振器は、図 2 A および図 2 B でも説明したように、側面の開口部 34 から同相のマイクロ波がマイクロ波伝送部 35、マイクロ波導入窓 36 を経由してプラズマ生成室 10 に導入され、両側からのマイクロ波が合成されてプラズマ生成室 10 内に伝播する。このような構成により略矩形のプラズマ生成室 10 内の所定の位置に、一様なプラズマ密度をもつ ECR プラズマを生成することができる。

すなわち、このマイクロ波導入部 30 は、その端面を終端部 31 とし、マイクロ波導入部 30 の左右各々の伸長方向に、終端部 31 から $\lambda_g/2$ (λ_g は管内波長) の長さ毎に直列に接続された複数の共振ユニットによりマイクロ波空洞共振器を構成し、これらのマイクロ波空洞共振器の同相部の側面（図 3 B では左面または右面）に設けられた複数の開口部 34 から、プラズマ生成室 10 内へとマイクロ波を伝送する構造となっている。なお、図 3 A および図 3 B で示した構成例では、左右の空洞共振器の各々の全長は λ_g の 3.5 倍となっている。

左右の各々の空洞共振器の端部には金属板スリット等が挿入されることで開口部 3 8 が設けられており、終端部 3 1 から順に、側面に開口部 3 4 の無い共振ユニット 3 2、側面に開口部 3 4 の有る共振ユニット 3 3、が交互に配置されている。

この例では、側面に開口部 3 4 のある共振ユニット 3 3 が 3 つずつ設けられており、これらの共振ユニット 3 3 内部のマイクロ波は同相の定在波となるから、側面の開口部 3 4 からは同相のマイクロ波がマイクロ波伝送部 3 5 に伝送される。そして、左右のマイクロ波伝送部 3 5 を伝送するマイクロ波は、マイクロ波導入窓 3 6 を経由してプラズマ生成室 1 0 に導入され合成される。このような構成により、略矩形のプラズマ生成室 1 0 内の所定の位置に、一様なプラズマ密度をもつ E C R プラズマを生成することができる。

このように、分岐結合方式とすることで、大型試料のスパッタリングにおいてもマイクロ波導入窓の汚染を防ぐことが可能となる。また、図 3 A および図 3 B で示した分岐結合方式の E C R プラズマ源をエッチング装置あるいは C V D 装置に用いることも可能であるのは言うまでもない。

ここで示した構成例では、左右の空洞共振器の各々の全長は λg の 3.5 倍となっているが、処理する試料の大きさに応じて、空洞共振器の全長を自由に設定可能であることは言うまでもない。

例えば、図 4 に示す構成の E C R プラズマ源は、図 3 A および図 3 B で示したスパッタリング装置に備える E C R プラズマ源と同様の分岐結合方式のプラズマ源であり、左右各々の共振器長は λg の 5.5 倍の長さになっており、図 3 A および図 3 B で示したスパッタリング装置に備える E C R プラズマ源に比較して約 1.6 倍の幅をもつ略矩形試料の処理が可能となる。このように、略矩形断面の長辺が変化しても $\lambda g / 2$ の長さをもつ共振ユニットの数を加減することにより、目的に応じた大きさの略矩形断面を形成することができる。

また、磁気コイル 2 0、2 1 は、プラズマ生成室 1 0 の所定の位置に E C R 条件となる磁場を形成させるために、巻き数、電流値、を設計すればよく、単数または

複数の磁気コイルを用いることができるのは言うまでもない。

このように、図3Aおよび図3Bで示した構成のスパッタリング装置では、図示していないガス導入口から O_2 、 N_2 などのガスをプラズマ生成室10に導入し、 Si 、 Al などのターゲット50をスパッタすることにより、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 、 AlN などの試料の薄膜形成を容易に行うことができる。また、大型試料を所定の速度で移動させながらスパッタリングを行なうことにより、大面積の試料全面を均一に薄膜形成することが可能となる。

以上、説明したように、本発明によれば、ECRプラズマ源を、プラズマ流に垂直な面内で略矩形断面を有するプラズマ生成室と、プラズマ流に垂直な面内で略矩形形状に巻き線せられた磁気コイルと、端部が終端された導波管または端部が終端されて直列に接続された複数の共振ユニットからなるマイクロ波空洞共振器とで構成し、この導波管またはマイクロ波空洞共振器の同相部側面に設けられた複数の開口部から、プラズマ生成室内へ同相のマイクロ波を伝送することとしたので、略矩形断面において一様なプラズマ密度を発生させ得るECRプラズマ源を提供することが可能となる。

また、本発明によれば、ECRプラズマ源のマイクロ波導入部を、マイクロ波発信管から伝送されたマイクロ波を分岐結合する構造としたので、マイクロ波導入窓が汚れることなくスパッタリング等の処理を実行することが可能となる。

さらに、本発明によれば、ECRプラズマ装置に、プラズマ源として上述のECRプラズマ源を備え、さらに、大型試料を移動させるための試料移動機構を備えることとしたので、FPDのような略矩形形状の大型試料に対しても容易にスパッタリングやエッチング等の処理が可能なECRプラズマ装置を提供することが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. マイクロ波による電子サイクロトロン共鳴（ECR）を用いてプラズマを生成し開口部からプラズマ流を取り出すためのプラズマ生成室と、

当該プラズマ生成室内に静磁界を発生せしめるための磁気コイルを巻回された少なくとも1つの磁界発生手段と、

マイクロ波発信手段から伝送されたマイクロ波を前記プラズマ生成室内に導入するためのマイクロ波導入手段とを備え、

前記プラズマ生成室および当該プラズマ生成室の開口部は、前記プラズマ生成室内で生成するプラズマ流の方向に垂直な断面形状が略矩形を有し、

前記磁界発生手段の磁気コイルは、前記プラズマ流の方向に垂直な面内で略矩形形状に巻回されており、

前記マイクロ波導入手段は、当該マイクロ波導入手段の内部にマイクロ波の定在波を形成する中空の導波管を構成するように端部が終端され、当該導波管の内部には、少なくとも1つの開口部を有する複数の開口領域がマイクロ波の定在波の管内波長 λ_g に相当する間隔で設けられ、当該開口部を介して同相のマイクロ波を前記プラズマ生成室内へ導入させるようにしたことを特徴とするECRプラズマ源。

2. マイクロ波による電子サイクロトロン共鳴（ECR）を用いてプラズマを生成し開口部からプラズマ流を取り出すためのプラズマ生成室と、

当該プラズマ生成室内に静磁界を発生せしめるための磁気コイルを巻回された少なくとも1つの磁界発生手段と、

マイクロ波発信手段から伝送されたマイクロ波を前記プラズマ生成室内に導入するためのマイクロ波導入手段とを備え、

前記プラズマ生成室および当該プラズマ生成室の開口部は、前記プラズマ生成室内で生成するプラズマ流の方向に垂直な断面形状が略矩形を有し、

前記磁界発生手段の磁気コイルは、前記プラズマ流の方向に垂直な面内で略

矩形形状に巻回されており、

前記マイクロ波導入手段は、開口部を有しない終端部と、当該終端部から $n \cdot (\lambda g / 2)$ (n : 3以上の整数) の距離に設けられた第1の開口部を有する端部との間でマイクロ波空洞共振器を構成しており、当該マイクロ波空洞共振器の内部には、少なくとも1つの第2の開口部を有する複数の開口領域がマイクロ波の定在波の管内波長 λg に相当する間隔で設けられ、当該第2の開口部を介して同相のマイクロ波を前記プラズマ室内へ導入させるようにしたことを特徴とするECRプラズマ源。

3. 前記マイクロ波導入手段は、前記マイクロ波発信手段から伝送されたマイクロ波を分岐結合するためのマイクロ波分岐手段を備えていることを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載のECRプラズマ源。

4. 請求の範囲第1項に記載のECRプラズマ源を備えていることを特徴とするECRプラズマ装置。

5. 試料移動手段を備え、当該試料移動手段により試料を移動させながら当該試料表面の略矩形領域にプラズマ照射することを特徴とする請求の範囲第4項に記載のECRプラズマ装置。

6. 請求の範囲第2項に記載のECRプラズマ源を備えていることを特徴とするECRプラズマ装置。

7. 試料移動手段を備え、当該試料移動手段により試料を移動させながら当該試料表面の略矩形領域にプラズマ照射することを特徴とする請求の範囲第6項に記載のECRプラズマ装置。

8. 請求の範囲第3項に記載のECRプラズマ源を備えていることを特徴とするECRプラズマ装置。

9. 試料移動手段を備え、当該試料移動手段により試料を移動させながら当該試料表面の略矩形領域にプラズマ照射することを特徴とする請求の範囲第8項に記載のECRプラズマ装置。

1/5

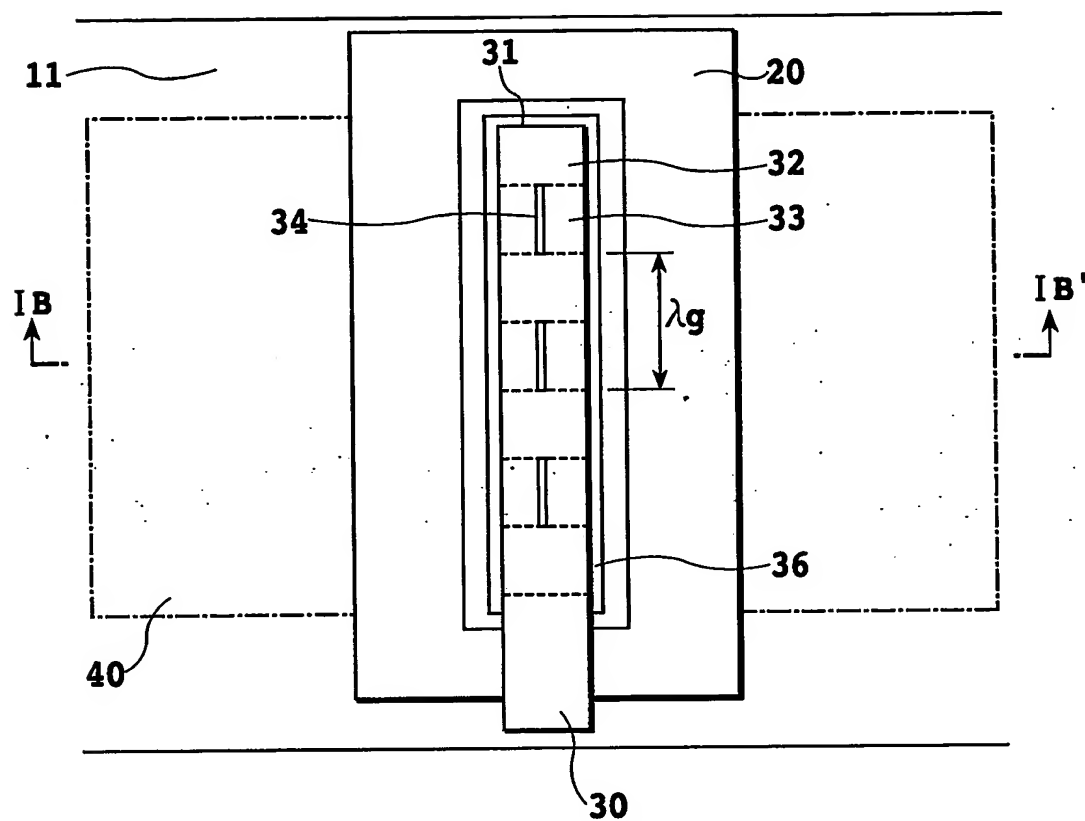


FIG. 1A

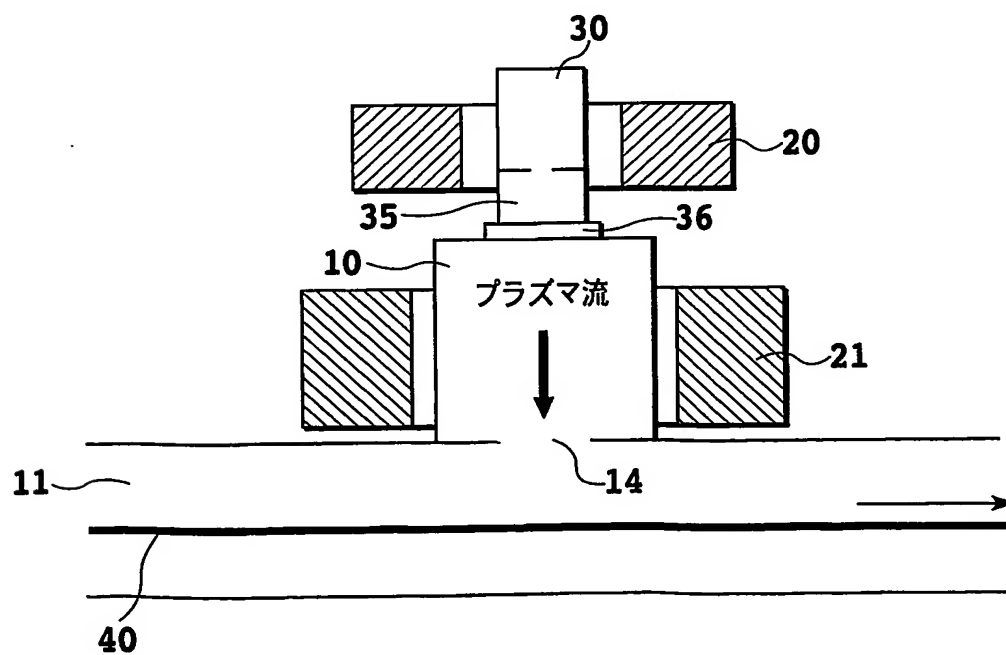


FIG. 1B

2/5

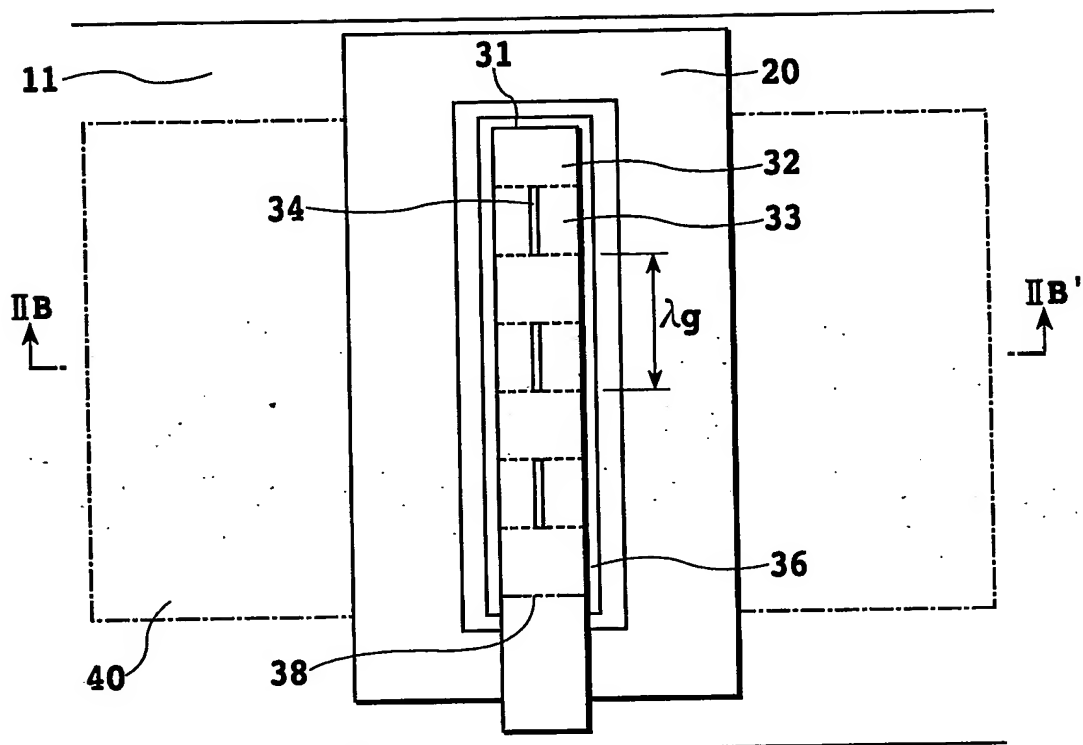


FIG. 2A

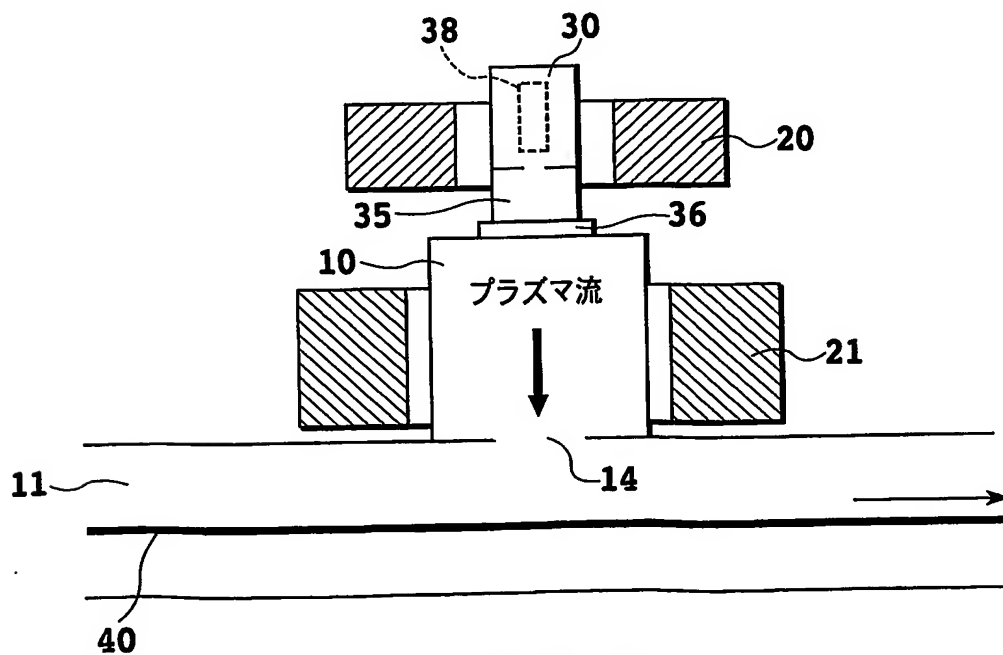


FIG. 2B

3/5

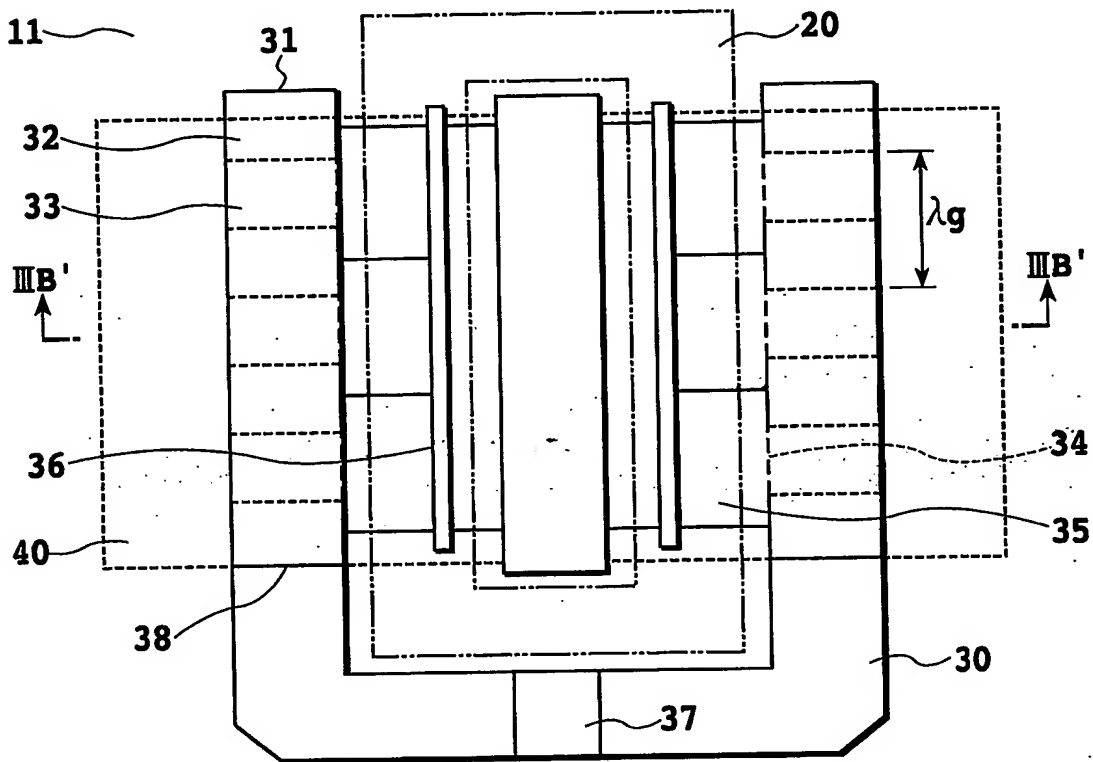


FIG. 3A

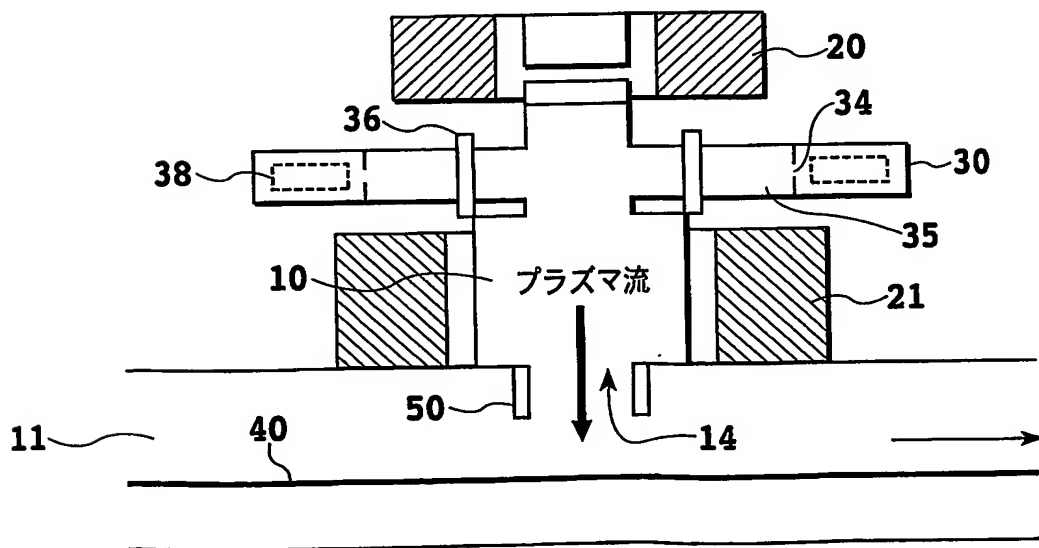


FIG. 3B

4/5

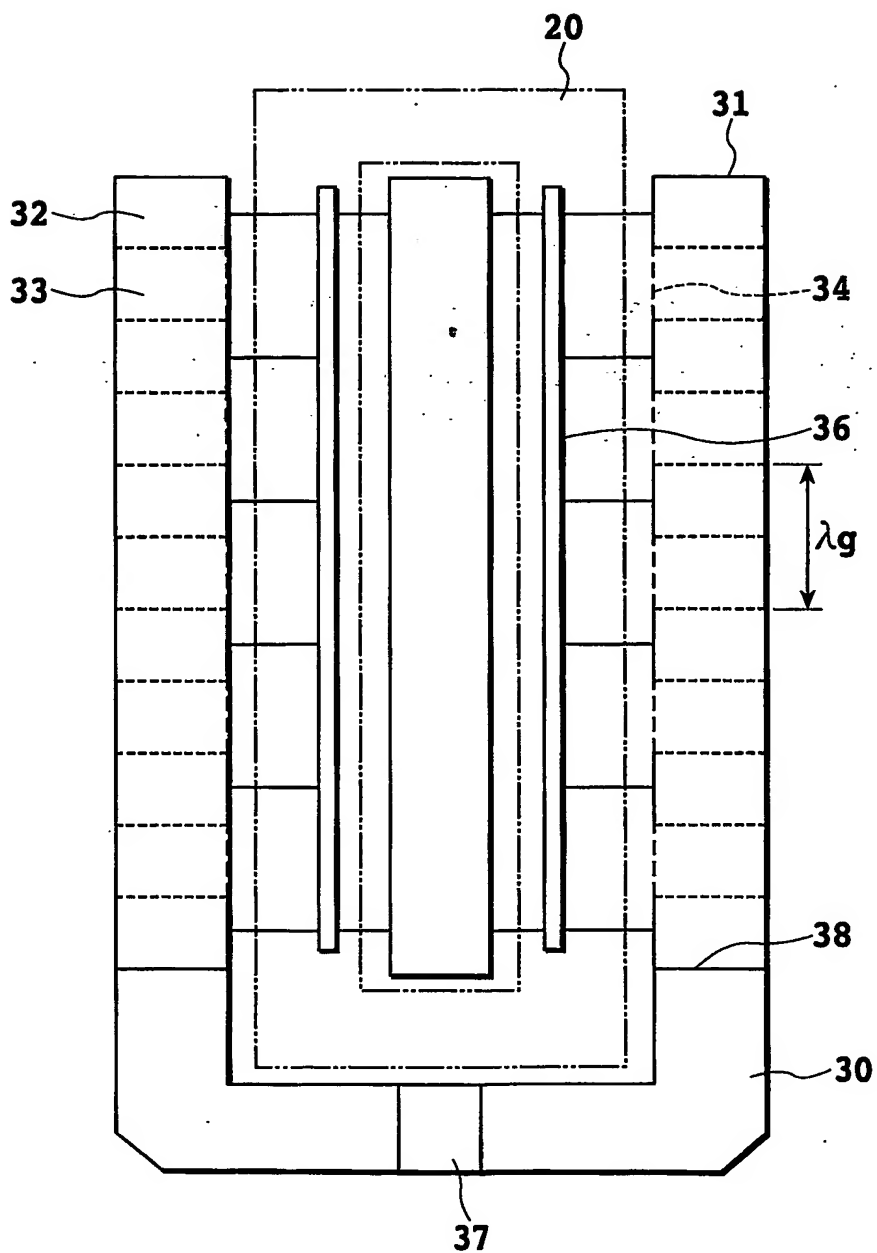
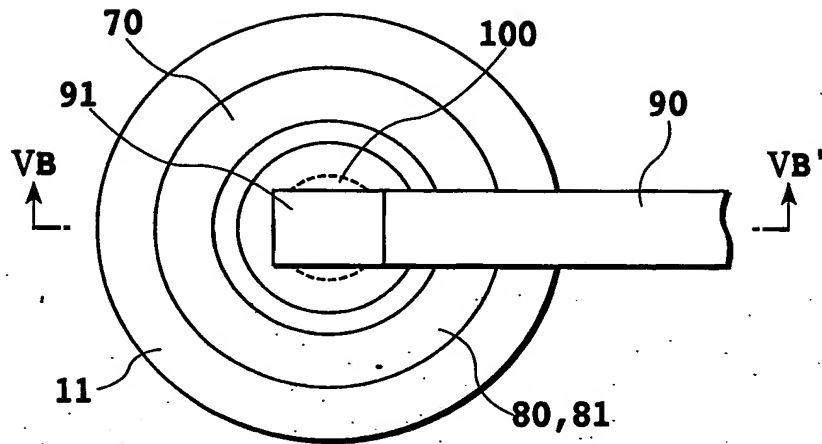
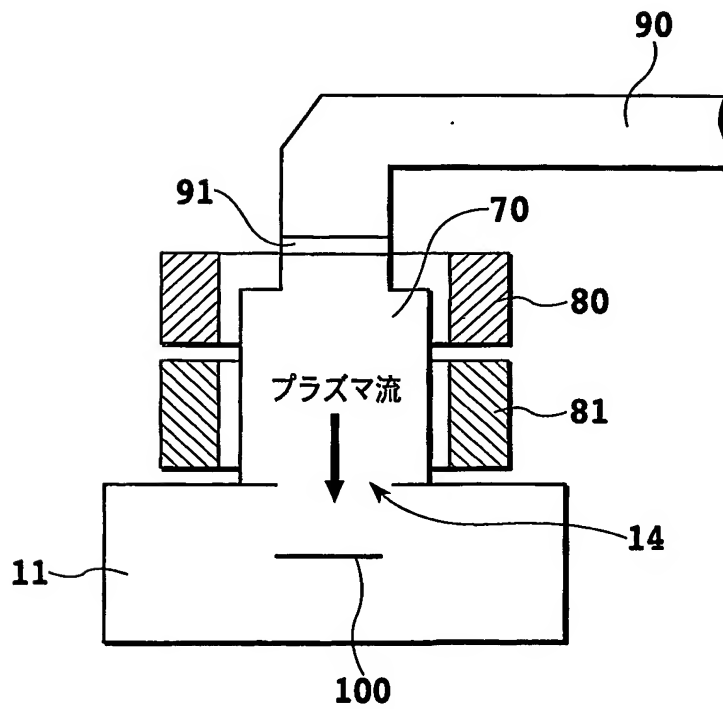


FIG.4

5/5

**FIG. 5A**
(PRIOR ART)**FIG. 5B**
(PRIOR ART)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/04481

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/205, C23C14/22, C23C16/511

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/205, C23C14/22, C23C16/511

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3-130369 A (Hitachi, Ltd.), 04 June, 1991 (04.06.91), Page 5, lower left column, line 12 to page 6, upper right column, line 3; Fig. 2 (Family: none)	1-9
Y	JP 1-134926 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 26 May, 1989 (26.05.89), Page 4, lower left column, line 2 to page 5, upper right column, line 4; Figs. 2 to 5 (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search
16 July, 2003 (16.07.03)

Date of mailing of the international search report
05 August, 2003 (05.08.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04481

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-200730 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 04 September, 1987 (04.09.87), Page 3, upper left column, line 16 to upper right column, line 13 (Family: none)	1,2
Y	JP 62-152127 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 07 July, 1987 (07.07.87), Page 2, lower left column, line 12 to page 3, lower left column, line 11; Fig. 1 (Family: none)	1,2
Y	JP 2001-223098 A (Tokyo Electron Ltd.), 17 August, 2001 (17.08.01), Par. Nos. [0020] to [0040], [0044] to [0046]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-3
Y	JP 62-229841 A (Anelva Corp.), 08 October, 1987 (08.10.87), Page 3, upper left column, line 20 to lower left column, line 7; Figs. 1 to 2 (Family: none)	5,7,9
A	JP 6-53152 A (France Telecom Etablissement Autonome de Droit Public), 25 February, 1994 (25.02.94), Par. Nos. [0034] to [0064]; Figs. 1 to 2 & EP 569296 A1 & US 5328515 A	1-9
A	JP 2-11772 A (Energy Conversion Devices, Inc.), 16 January, 1990 (16.01.90), Full text; all drawings & EP 335675 A3 & US 4893584 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/205, C23C14/22,
C23C16/511

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/205, C23C14/22,
C23C16/511

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 3-130369 A(株式会社日立製作所) 1991.06.04 第5頁左下欄第12行-第6頁右上欄第3行, 図2 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 1-134926 A(日本電信電話株式会社) 1989.05.26 第4頁左下欄第2行-第5頁右上欄第4行, 図2-5 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 62-200730 A(日本電信電話株式会社) 1987.09.04 第3頁左上欄第16行-同右上欄第13行 (ファミリーなし)	1, 2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.07.03

国際調査報告の発送日

05.08.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山口 敦司

2M

9216

電話番号 03-3581-1101 内線 6234

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 62-152127 A(住友金属工業株式会社) 1987.07.07 第2頁左下欄第12行-第3頁左下欄第11行, 図1 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 2001-223098 A(東京エレクトロン株式会社) 2001.08.17 段落0020-0040, 0044-0046, 図1-3 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 62-229841 A(日電アネルバ株式会社) 1987.10.08 第3頁左上欄第20行-同左下欄第7行, 図1-2 (ファミリーなし)	5, 7, 9
A	JP 6-53152 A(フランス・テレコム・エタプリスマン・オウトノム ・デ・ドロワ・パブリック) 1994.02.25 段落0034-0064, 図1-2 &EP 569296 A1 &US 5328515 A	1-9
A	JP 2-11772 A(エナージイ コンヴァージョン デイヴァイセス, インコーポレーテッド) 1990.01.16 全文, 全図 &EP 335675 A3 &US 4893584 A	1-9